



LAPP-EXP-83-05
Décembre 1982

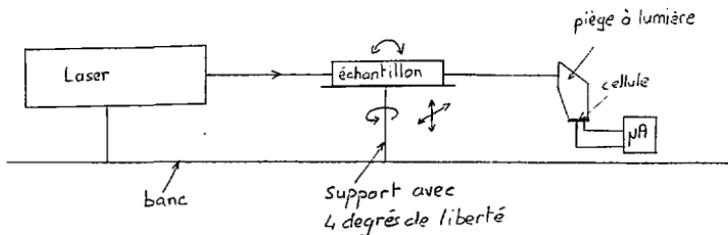
Etude des variations de transparence du Germanate de Bismuth (BGO)
et mise en évidence d'un phénomène de conductibilité dans ce cristal.

BERMOND Max, BOTTOLLIER-DEPOIS Jean-François, MASSONNET Louis,
Laboratoire d'Annecy le Vieux de Physique des Particules
Chemin de Bellevue, 74019 ANNECY LE VIEUX, France.

I. ETUDE DE LA TRANSPARENCE.

Elle a été effectuée à la longueur d'onde de 480 nm, qui correspond au maximum de fluorescence du BGO. Le dispositif expérimental comprend un laser à Argon ionisé* et une cellule de mesure constituée d'une photodiode au Silicium Hamamatsu Type 10.10 BR placée derrière un bloc de plexiglass servant de piège à lumière. Le laser fonctionnant en mode continu, les mesures ont été effectuées avec une précision meilleure que 1 à l'aide d'un microampèremètre.

Schéma du montage.



*Spectra-physics 162A-07.

L'échantillon essayé provient de la Société "Crismatec". Il s'agit d'un barreau de $3 \times 3 \times 23$ cm³, toutes les faces étant polies.

Nous avons mesuré :

- la transmission longitudinale (suivant l'axe du tirage) qui peut varier de plus de 10 % d'un point à un autre,
- la transmission transversale qui varie en fonction de la position sur l'axe de tirage et suivant la section choisie (fig.1).

Variation de la transparence avec le temps d'exposition au faisceau laser.

Sous l'action du faisceau laser (480 nm, \approx 20 m watts), nous avons observé une amélioration locale de la transparence au cours du temps avec une constante de temps de l'ordre de 4 minutes (fig.2). Cette variation peut aller de 0,5 % à 18 % de la valeur finale de la transmission. Laissez à lui-même, l'échantillon revient lentement à son état initial : nous avons observé sur une période de 5 jours une diminution de seulement 1 %.

Remarque 1 : La constante de temps observée de quatre minutes semble dépendre très peu de l'intensité du faisceau et de la longueur d'onde.

Remarque 2 : Ces tests font apparaître un effet de mémoire dans le cristal de Germanate de Bismuth. On retrouve très facilement, une dizaine de jours après l'expérience, les endroits où le faisceau laser avait traversé le cristal.

Mesure du coefficient d'absorption.

Pour un cristal parfait, à cause des faces d'entrée-sortie, la transmission théorique est de 75 %. La transmission absolue mesurée varie de 48 % à 65 % (voir tableau 1).

De ce tableau, nous pouvons déduire une longueur d'atténuation qui varie suivant l'endroit considéré du cristal mais qui reste comprise entre 8,3 mètres et 5,4 mètres.

Observation des spectres d'excitation et de fluorescence.

Nous disposons pour ce type de mesure d'un spectrofluorimètre* couvrant une gamme de 10 nm à 660 nm

La fig.5 montre le spectre d'excitation correspondant au maximum de fluorescence (480 \pm 10 nm) ; il présente un pic nettement marqué suivi d'une

* Instruments SA Spectrofluor JY3.

décroissance rapide (308 nm). Les figures 3 et 4 montrent des spectres de fluorescence lorsque l'on excite le cristal avec une lumière de longueur d'onde 308 nm. On peut observer un pic relativement large présentant un maximum aux environs de 460 nm.

Suivant la provenance des échantillons (Harshaw, Baïkowski, cristal d'origine russe, etc...) on constate la présence de raies secondaires plus ou moins importantes, dues sans doute à la présence d'impuretés dans le cristal : elles se situent toutes aux environs de 620 nm.

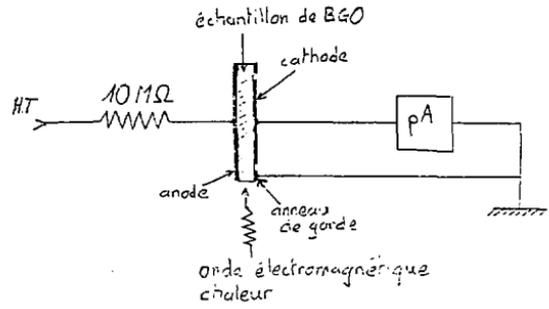
Les mesures présentées sont relatives à des échantillons cubiques de 1 cm de côté (tableau 2)

Provenance	Russe	Russe	Harshaw	Baïkowski
Longueur d'onde (nm)	617	617	616	-
Intensité relative	0,2	0,37	0,08	0

II. PHENOMENES DE CONDUCTIVITE CRISTALLINE.

Nous avons essayé de mesurer la résistivité du matériau en préparant une lame (30×30×3,5 mm³) de Germanate de Bismuth polie. Après un nettoyage au Fréon dans une cuve à ultrasons, les deux grandes faces ont été recouvertes d'une peinture conductrice à l'Argent. En soumettant l'échantillon à un champ électrique au moyen d'une différence de potentiel appliquée entre les deux électrodes, nous avons observé le passage d'un courant électrique lorsque l'on communique de l'énergie au cristal sous forme lumineuse, calorifique, ou grâce à une source radioactive.

Montage expérimental :



Le champ appliqué au cristal est de l'ordre de 2800 Volts/cm. La fig.6 montre la dépendance linéaire du courant avec l'intensité d'un faisceau laser à 480 nm qui traverse l'échantillon parallèlement aux électrodes.

Nous avons poursuivi l'étude de cet effet en fonction de la longueur d'onde utilisée grâce au spectrofluorimètre. La courbe obtenue (fig.7) présente une remontée brutale vers 310 nm, longueur d'onde qui correspond au maximum du spectre d'excitation et décroît ensuite plus lentement lorsque la longueur d'onde augmente.

Les essais calorimétriques montrent une influence importante de la température sur le courant dans le B.G.O. (fig.8).

Interprétation possible de la variation de transparence observée et de la conductivité électrique.

La cause des phénomènes observée pourrait être ce que les physiciens du Solide appellent des "centres colorés" et qui sont des vacances d'ions dans la structure cristalline. Ces vacances présentent des potentiels capables de piéger des électrons qui se trouvent alors sur des niveaux situés dans la bande interdite. On peut y voir une analogie avec ce qui se passe dans le cas des semi-conducteurs. Cependant, l'effet de mémoire pourrait être lié à la présence de niveaux métastables sur lesquels retomberaient les électrons excités par un apport d'énergie au cristal.

Le travail présenté rentre dans le cadre d'une étude plus large relative aux propriétés du Germanate de Bismuth et de quelques cristaux semblables.

Nous remercions avec plaisir Monsieur Henri VEY du soutien technique permanent qu'il nous a prodigué au cours de cette étude ainsi que Messieurs M.VIVARGENT (Directeur du LAPP) et J.Pierre DENIS (Sté Bałkowski) pour les discussions nombreuses et fructueuses que nous avons eues ensemble.

Transmission longitudinale absolue (%)
BGO Crismatee (3x3x23,5 cm³)

Tableau 1

position → (mm) ↓	3	7	11	15	19	23	27
3	56,5	59,8	^{56,6} 57,6	^{53,3} 57	^{52,9} ^{59,1}	^{51,8} 63,4	^{49,6} 65
7	54,5	58	57,2	⁵⁶ 59,5	^{53,3} ^{59,2}	64,6	63,8
11	53,2	54,2	55,8	^{53,1} 57,5	^{59,7} ^{57,8}	^{52,1} 60,8	59,2
15	^{59,3} 53,4	52	55,4	^{53,9} 57	54,6	^{54,1} 56,1	
19	55,8	54,2	54,4	53,1	56,5	^{56,7} 57,3	
23	^{49,9} 58	56,2	54,1	^{50,9} 52,8	53,2	^{54,4} 55	
27	^{49,9} 57,1	57,1	49,2	^{46,9} 48,3	50,5	^{52,6} 53,4	

z
y
x

z: transmission à $t=0$
y: transmission à $t \rightarrow \infty$
x: transmission à $t=0$
5 jours après

Transmission Transversale
 du B40 Crismatec (3x7x23,5cm)
 Laser $\lambda = 488\text{nm}$
 (Fig. 1)

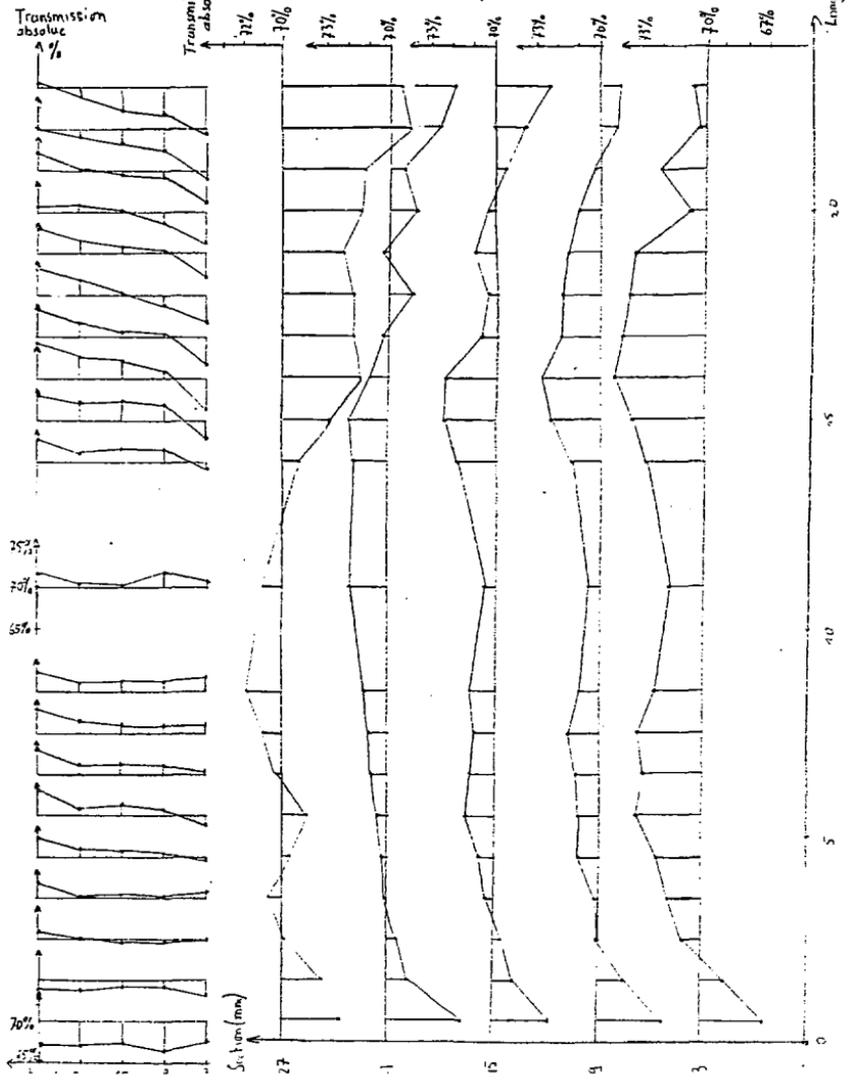


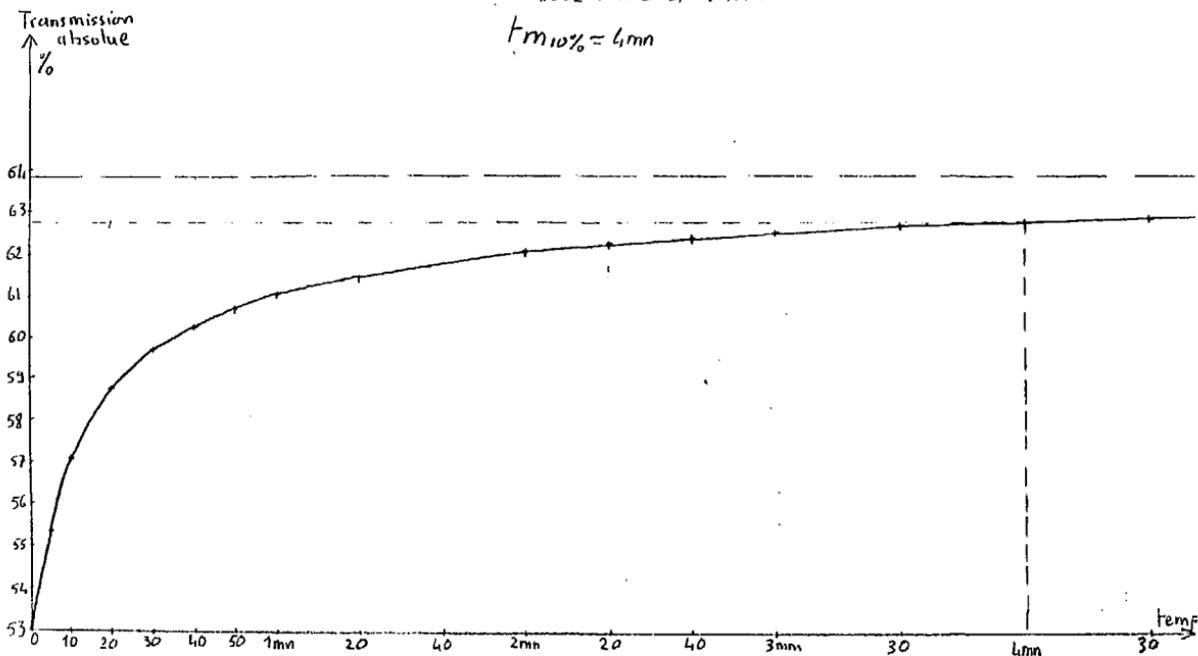
Fig 2

Transmission longitudinale du BGO Cristalle ($3 \times 3 \times 23,5 \text{ cm}$)

$$T = f(T)$$

Laser: $\lambda = 488 \text{ nm}$

$t_{m10\%} = 4 \text{ mn}$

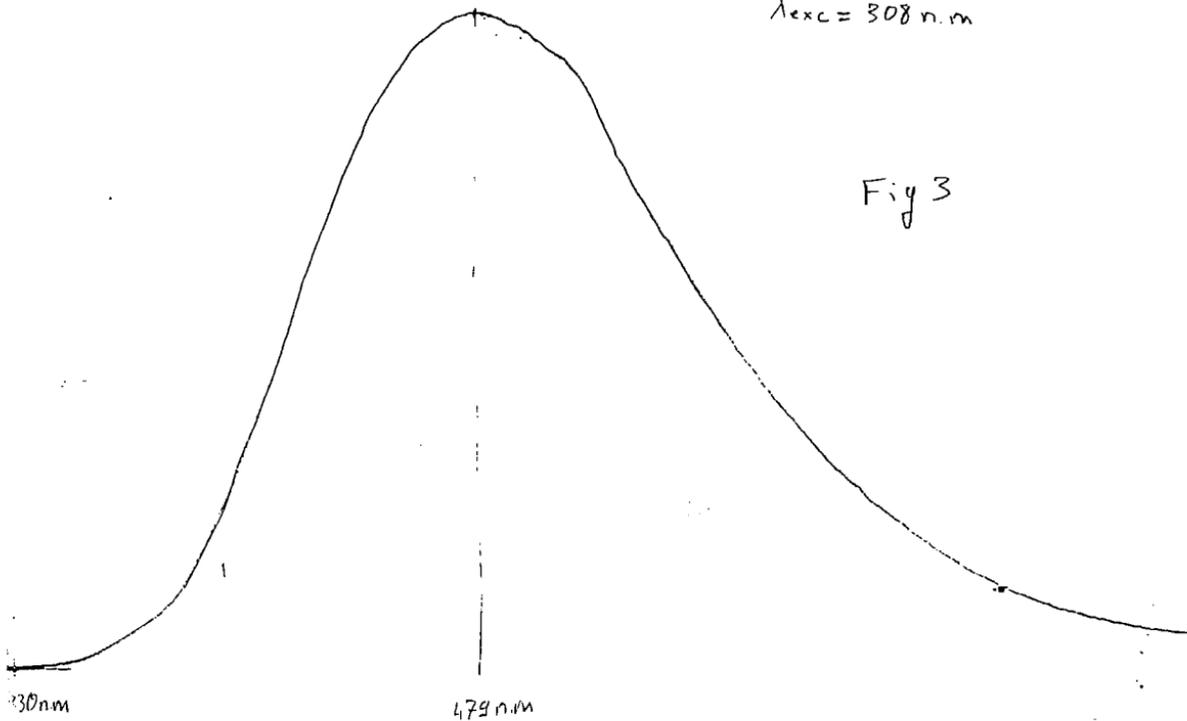


Spectre de Fluorescence

Tranche de BGO
Bai kowski

$\lambda_{exc} = 308 \text{ nm}$

Fig 3



308 nm

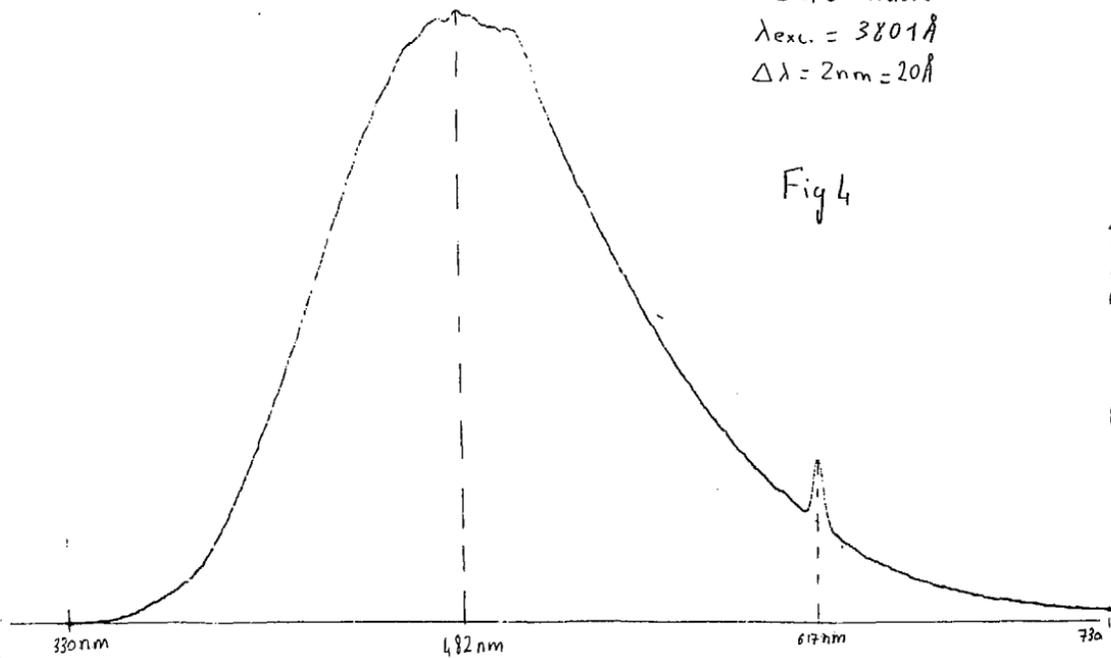
479 nm

Spectre de Fluorescence
du BGO "Russe"

$\lambda_{exc.} = 3801 \text{ \AA}$

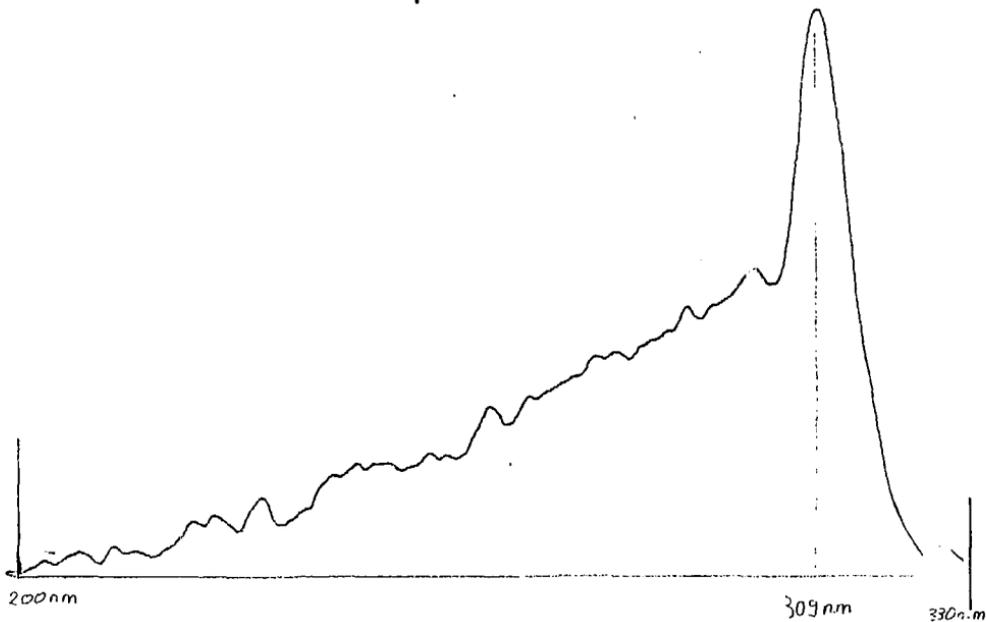
$\Delta\lambda = 2 \text{ nm} = 20 \text{ \AA}$

Fig 4



spectre d'excitation du B.G.O.

Fig 5



$$I_{\text{BGO}} = f(I_{\text{laser}})$$

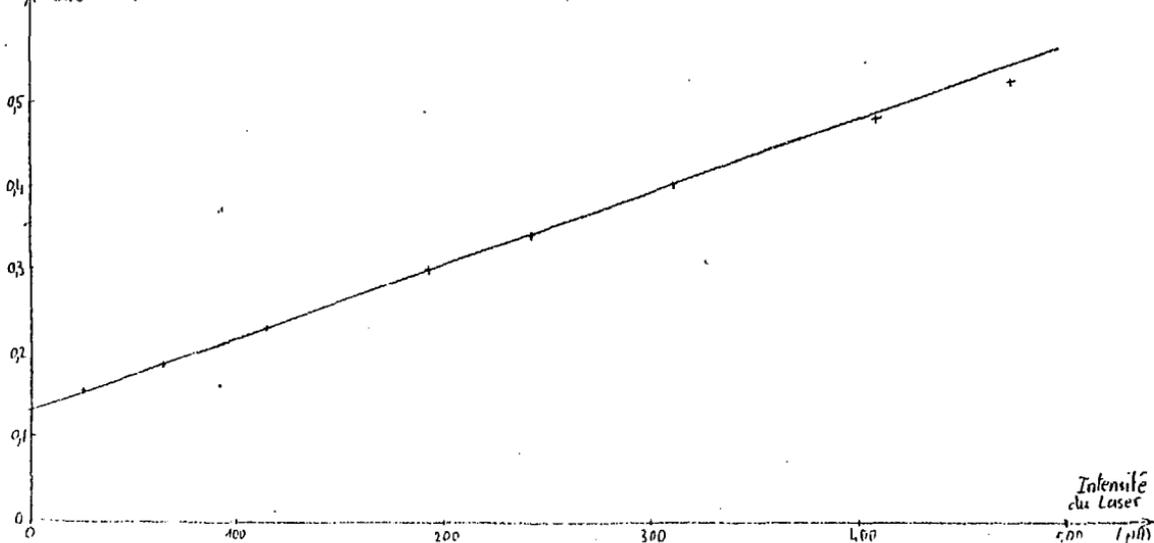
$$E_{\text{BGO}} = 2800 \text{ V.cm}^{-1}$$

$$\lambda = 1.98 \text{ nm}$$

Fig 6

Compteur dans le BGO

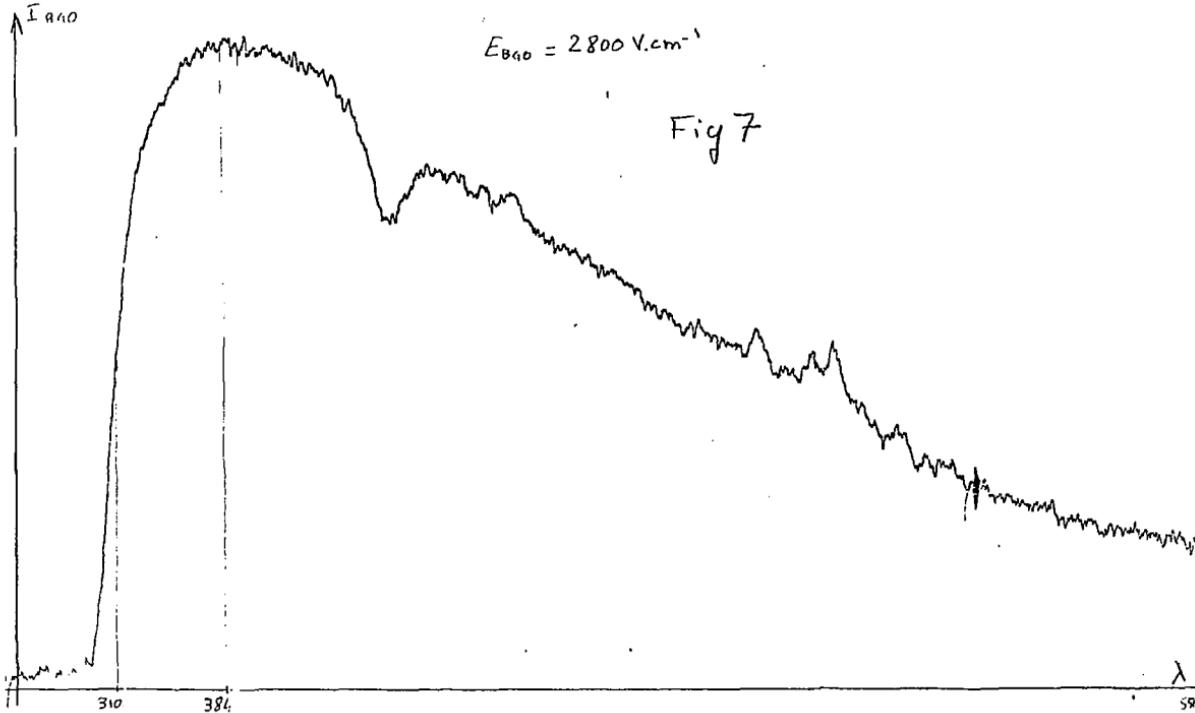
$I_{\text{BGO}} \text{ (nA)}$



Intensité
du Laser

I (μW)

ouvert dans le BGO



$$I_{BGO} = f(\lambda)$$

$$E_{BGO} = 2800 \text{ V.cm}^{-1}$$

Fig 7

λ
59

Fig. 8

Effet de la température

$$I_{B40} = P(T)$$

\downarrow \downarrow
eA °K

